

● 高等教育文科计算机教材

计算机基础教程

(下册)

裘宗燕 主编

北京大学出版社

P E K - Z G

U N I - V E R S - I T Y



高等教育文科计算机教材

计算机基础教程 (下册)

裘宗燕 主编

撰稿人

裘宗燕	缪蓉	张化瑞
吴筱萌	邓习峰	唐大仕

北京大学出版社
北京

内 容 简 介

本套教材为北京大学主干基础课教材,由北京大学文科计算机教研室主讲教师编写。教材在介绍计算机领域迅速发展的新技术新软件的同时,还着重讲解了有关计算机技术更具根本性的概念和方法。

根据教学大纲要求,本套教材分上下两册。

上册包括第1—6章:第1章为计算机的历史和发展;第2章为计算机入门;第3章为计算机系统的基本组成和基本工作原理;第4章为操作系统与 Windows 98;第5章为文字处理软件 Word;第6章为演示文稿软件 PowerPoint。

下册包括第7—11章:第7章为计算机网络;第8章为多媒体的概念和应用;第9章为电子表格软件 Excel;第10章为数据库;第11章为计算机与信息社会。

本教材的内容和组织方式也适合任何初学计算机的人学习,也可以作为计算机技术的实践性入门读物或者普及计算机技术的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

计算机基础教程(下册)/裘宗燕编著. —北京:北京大学出版社,2001.3
ISBN 7-301-04594-8

I. 计… II. 裘… III. 电子计算机-高等学校-教材 IV. TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 65857 号

书 名: 计算机基础教程(下册)

著作责任者: 裘宗燕等编著

责任编辑: 沈承凤

标准书号: ISBN 7-301-04594-8/TP·0507

出版者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区中关村北京大学校内

网 址: <http://cbs.pku.edu.cn>

电 话: 出版部 62752015 发行部 62754140 编辑部 62752038

电子信箱: zpup@pup.pku.edu.cn

排 版 者: 兴盛达打字服务社 62549189

印 刷 者: 北京神剑印刷厂(原国防科工委印刷厂)

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 14.25 印张 352 千字

2001 年 4 月第 1 版 2001 年 4 月第 1 次印刷

定 价: 19.00 元

前 言

在信息技术飞速发展并越来越深地影响着人类日常的工作和生活的年代,每个人都需要在一定深度上了解计算机科学技术的基础知识,学会熟练使用计算机的基本技能,掌握使用计算机处理信息、解决问题的基本思路和方法。因为,理解信息技术、掌握使用现代化信息处理工具,早已不再是信息领域专业人员从事特殊专业工作的需要,它已经开始成为每个人生活和工作的基本知识和技能,就像生活在现代社会的每个人都需要基本的语言交流能力和文化基础知识一样。在高等教育中,对各个专业的学生进一步加强计算机教育已成为培养高素质、跨学科、综合型、具有创新开拓精神的人材所不可缺少的重要组成部分。

信息技术飞速发展,新鲜事物层出不穷。一本着重介绍“最新”软件的教材在出版的时候可能已经“过时”了;刚刚学会使用的“最新”信息处理工具(软件,如文字处理系统、网络浏览工具等)可能已被新的版本或其他新的系统取代,不再流行。这类情况确实屡见不鲜。在这种情况下,作为学习者,在学习信息技术、计算机科学技术的课程、阅读这些方面的书籍时该怎么办呢?对于编写教材、承担课程的教师而言,又该在教材中、在课堂上强调什么东西,着重帮助读者和学生理解什么呢?我们在撰写本书的过程中,也一直在思考着这些问题。

应该看到,在快速发展的、似乎所有的东西都在变化着的信息技术领域里,还是有一些更具根本性的概念是比较稳定的。虽然计算机诞生到今天已经五十多年了,但是计算机的基本原理并没有根本性的变化;计算机作为一种程序机器的本质也没有变化;作为计算机直接处理的对象,仍然是数字化的信息表示;如此等等。这些寿命长久的概念构成了信息技术的基础,也体现在我们所使用的每一个计算机应用系统的表面上。此外,在更高的技术层次上,也实际地形成了许多一般性的模式,例如以指点设备和屏幕显示为基础,通过手眼配合进行操作的图形用户界面及其基本构型框架。这些本质性的东西都是应该强调的,也是学习使用计算机的人应该努力把握的。从这里入手,可能更容易看清楚计算机的本质,也能更好地掌握计算机的使用技术。在本书第1章的最后提出了一些关于如何学习计算机的忠告。

本书编写的目的是作为高等学校文科计算机基础课程的教材,但其内容和组织方式也适合任何初学计算机的人阅读和学习,可以作为计算机技术的实践性入门读物,或者作为普及计算机基本技术的培训教材。全书共分上下两册,上册包括第1~6章,下册是第7~11章。本书第1章简单地回顾了计算机的发展历史,概述了计算机诞生的历史渊源以及今天的发展趋势。第2章从实践的角度出发,介绍了计算机最基本的使用技术。该章的目的是打破初学者对计算机的神秘感和恐惧感,引导他们走近计算机,亲身体验计算机的基本使用过程。对计算机稍有了解的人可以跳过这一章。从第3章开始是本书的主要部分,其中第3章讨论计算机的基本组成原理,第4章讨论操作系统与Windows。随后的几章介绍了目前广泛使用的一些应用软件(它们的基本功能和实际使用技术等),包括文字处理软件Word(第5章)和演示文稿软件PowerPoint(第6章)。下册的内容分别是:第7章介绍计算机网络;第8章讨论多媒体的概念和应用;第9章讨论电子表格软件Excel的基本应用技术;第10章介绍数据库基本知识,讲解数据库系统Access的使用,在这章里还以其中的VBA为例介绍了计算机程序设计的

基础知识,以使读者能够更深入地理解计算机。最后一章讨论了一些与信息技术有关的重要问题,它们都是随着信息社会的发展而发生、发展的,因此是我们每个生活在这个时代的人应该认识和了解的。

建议本书的授课时数:

上册为 68 学时,其中:第 1 章 4 学时,第 2 章 8 学时,第 3 章 8 学时,第 4 章 16 学时,第 5 章 20 学时,第 6 章 12 学时;下册也为 68 学时,其中:第 7 章 24 学时,第 8 章 16 学时,第 9 章 8 学时,第 10 章 16 学时,第 11 章 4 学时。

本书作者均为北京大学文科计算机基础课程主讲教师,具体分工如下:第 1、2、11 章由裘宗燕撰写;第 3、4 章由缪蓉撰写;第 5、6 章由张化瑞撰写;第 7 章由吴筱萌撰写,其中 7.5 节由尚俊杰撰写;第 8、10 章由邓习峰撰写;第 9 章由唐大仕撰写。全书由裘宗燕主编。成书过程中得到了教研室全体教师的大力支持。

虽然本书的作者们确实付出了许多劳动,力图把一本合理的、具有可读性和实践参考价值的、能反映信息技术的本质和发展状况的书奉献给读者,但这个努力的真正价值还有待实际的检验。书中肯定存在着许多缺点和不足之处,也恳请读者提出宝贵的意见。

裘宗燕

2000 年 7 月于北京大学

目 录

第 7 章 计算机网络	(1)
7.1 远程通信概述	(1)
7.2 计算机网络	(3)
7.3 互联网络——Internet	(17)
7.4 Internet 的服务	(27)
7.5 Web 网页的制作	(56)
7.6 个人用户如何享受网上服务?	(71)
第 8 章 多媒体的概念和应用	(81)
8.1 声音的基本概念.....	(84)
8.2 多媒体计算机中声音处理硬件.....	(88)
8.3 多媒体计算机中声音处理软件.....	(93)
8.4 图像处理的基本概念	(101)
8.5 计算机图像处理硬件	(101)
8.6 计算机中常用图像处理软件	(109)
第 9 章 电子表格软件 Excel	(141)
9.1 Excel 概述.....	(141)
9.2 数据建立:输入与格式.....	(143)
9.3 数据表示:图形与图表.....	(154)
9.4 数据运算:公式与函数.....	(158)
9.5 数据管理与分析	(161)
9.6 Excel 其他功能.....	(174)
第 10 章 数据库基础	(175)
10.1 数据库简介	(175)
10.2 数据库中的表	(176)
10.3 查询	(181)
10.4 窗体	(186)
10.5 表达式	(187)
10.6 宏	(190)
10.7 程序设计	(192)
第 11 章 信息技术的发展和问题	(200)
11.1 计算机病毒	(200)
11.2 信息安全	(212)
11.3 信息技术的未来	(217)
参考文献	(221)

第 7 章 计算机网络

当我们站在世纪之交的门槛旁回首 20 世纪,可以看到,随着通信技术与计算机工业的迅猛发展,信息收集、传送、存储和处理等领域得到空前的发展,使得 20 世纪成为信息革命的时代。电报电话,广播电视,通信卫星,信息的传播与交流异常便利;而计算机技术惊人的发展速度,使得信息处理进入数字化时代。虽然计算机工业从诞生到现在只有短短的 50 多年,计算机系统的组织方式已经经历了由单台计算机为某机构中所有用户服务的“计算机中心”模式,到个人计算机的蓬勃发展,家庭拥有日趋普遍的巨变过程。而计算机与通信技术的结合,又使得大量分散、各自为政的信息处理设备得以相互连接形成网络,互通信息,共享资源。在本章中我们将就远程通信与计算机网络的基本概念进行简要介绍。

7.1 远程通信概述

所谓远程通信,就是指利用相应的设备和系统进行远距离传送电子信号,以实现信息交流。远程通信使得世界各地的人们可以彼此交流,互通信息。远程通信一般包括一个信息发送者,一个或多个通过通信技术连接在一起的信息接收者。远程通信设备将不同类型的信息,例如声音或图像,转换成电子信号,这些电子信号通过各种介质传送,例如通过电话线或无线电波。当信号到达目的地,接收端的设备再将电信号转换成人们可以理解的信息,如电话机的话音,电视上运动的图像,或计算机屏幕上的文字与图片等等。

远程通信中的信息可以用各种各样的方式来传送,也可以使用各种各样的设备。信息可以从一个发送者传送到单一的接收者(点到点传输),也可以从一个发送者传送到多个的接收者(点到多点传输)。例如,在两个人之间的电话交谈,或一个传真,就是点到点传输;而点到多点的通信,一般称为广播,典型的如商业广播,以及传送电视节目等。

7.1.1 远程通信中信号的产生与接收

远程通信的第一步就是要将信息转换成电信号,然后在介质中传输,最后接收方经过解码,将信号转变成人可以理解的形式。有许多的技术被用于产生传送信号与接收时解码。

电报和电话设备通过产生调制好的电子脉冲,或者按周期变化的脉冲来传送信息。这些脉冲由导线、无线电波,或其他介质传送到接收方后进行解码。例如,电报这种最早的远程通信方式,它的工作方式是通过将电报按键与金属导体的触击转换成电子脉冲,这些脉冲沿着导线传送到接收端,接收端将这些脉冲信号转换成或长或短的声音,这就是我们在早期电影中看到的电报机发出的“滴滴答答”的声音。也可以在简单的打印设备上将传送来的脉冲信号转换成点和划线。长短声音的组合,或者特定序列的点与划线的组合代表报文中的字母。早期的电报是由报务员来翻译这些声音或点划序列的,而现在报文译码则是自动进行的。

电话通过一个连接磁导线圈的振动膜片,将声音转换成电子脉冲。当人对着电话的麦克风讲话时,声音产生的声波振动膜片,产生的电脉冲沿电话线传送,接收方再将这些脉冲还原

为声音。

无线广播与蜂窝无线电话是通过调制无线电波来传输信号的例子。无线电波是一种电磁射线,即以波的形式传播的一种能量。微波也是无线电波,只不过它的波长更短,频率更高。在远程通信中,发送器产生和发射无线电波,用电子学方法将声音或其他信息编码加载到无线电波上。例如,可以改变其幅值,频率等等。接收器,例如收音机,调到这个特定的频率或频率范围,就可以接收加载在无线电波上的调制信号,最终通过与接收器调谐设备相连接的扬声器将这些调制信号重新还原为声音。

电视的工作方式与广播基本相同。电视摄像机将拍摄下的场景转换为电信号,将它们在高频的无线电波上传输。电视机包含一个调谐设备,它接收传送来的信号,并用这些信号来控制显像管,产生可见的图像。显像管中包含一个电子枪,电子枪发射电子,这些电子到达屏幕时使荧光屏发光,从而产生运动的图像。

电报、电话、广播和电视的工作方式都是通过调整电子信号,通过信号仿真或再生原始信息。这种传输方式称为模拟传输。而计算机和其他一些电子设备,则是传送数字信息。我们在前面的章节中已经学习过数字技术是将文字、声音、图像等最终编码为一系列二进制数,在远程通信时产生和发送与这串二进制 0、1 对应的电子脉冲。数字信息比模拟信号传送得更快、更清晰。因为电脉冲只需要对应两个数字信号——0 和 1,而不是组成原始信息的全部参数,例如人声音的音调和音高等等。当用导线、电缆、无线电波进行数字传输时,在数字接收端也要对传输信息进行解码。

个人计算机进行通信,或者连接到大型网络,比如 Internet,往往需要使用普通的电话网络。由于电话网络的运行是将声音换成电子信号,计算机也必须首先将它的数字数据转换成像声音一样的模拟信号,完成这项工作的电子设备叫做调制解调器(Modem)。它负责将来自计算机的一串 0、1 信息转换成可以在电话网络上传输的模拟信号,就好像一个打电话的人的话音一样。而接收方计算机的调制解调器再将模拟信号解调还原为数字形式,供计算机处理。有关调制解调器,我们在 7.6.1 节还会做更加详细的介绍。

7.1.2 信号的传送

远程通信系统传送信息可以使用多种传输介质,包括铜导线、光缆、通信卫星,以及微波等等。有一种划分远程通信介质的办法是考虑介质中是否使用导线。基于导线的远程通信,例如大多数电话网络,可以可靠地传送信息。而无导线的远程通信,主要是指无线通讯,使用的技术诸如无绳电话、移动电话、手提电话、寻呼机和卫星。无线通信满足不断增长的灵活性和便利性的需求。

导线和电缆是最原始的远程通信的介质,现在仍然是电话连接的主要方式。基于导线的传送方式包括电报、电话服务,并将继续提供主要的远程通信服务。

有线通讯的另一种方式是使用同轴电缆,它常被用于有线电视网络,给订户提供数百个电视频道。大多数有线电视网络中的同轴电缆传送的信息是由通信卫星先传送到称为数据转发器的控制中心,再由同轴电缆向前传送到个人的家中,直至每个电视机上。

光纤电缆是用特殊处理的玻璃制成的电缆,它以激光脉冲束的形式传送信号。光纤电缆能够携带的信息比铜导线多许多倍,可以同时传送许多电视频道或者数千对电话。光纤技术已经在越洋的海底电缆和需要传送大数据量等地方代替了铜导线。

无线远程通信中一般使用无线电波作为通讯的介质,将信息从一个天线传送到另一个天线。无线电波用来接收 AM 和 FM 的广播,以及接收电视。而无绳电话,以及移动电话、寻呼机等也使用无线电波。电话公司使用微波进行远距离信号传送。微波使用比通常 AM 和 FM 的广播、无绳电话等无线电波更高的频率,它可以更有效地传送大量的数据。

通信卫星提供一种不需要导线和电缆的网络,而将信息传遍全球的方法。它以一定的速度环绕地球,这个环绕速度使得它在任何时候都处于相对于地球的某个固定位置。这种卫星称为地球同步轨道卫星。卫星接收来自地球的传送信息,再将它们送回到卫星所覆盖区域中的地面接收站。这种转播特性使得卫星在无线通信中用于点到点,或点到多点的传输。通信卫星也用来长距离传送电话或电视信号。轮船、飞机以及航海家等也接收来自卫星的信号以确定它们的地理位置。

7.2 计算机网络

计算机技术可以说是本世纪发展最迅速的技术之一。从二次大战期间美国研制的第一台电子数字计算机 ENIAC 开始,计算机从芯片技术到组织方式都在不断更新与发展。对于普通用户来说,早期的计算机是巨大而神秘的,它放在“计算中心”的玻璃房子中,使用它必须向专职人员申请时间,定点“上机”。70 年代随着微处理器的快速发展,个人计算机(PC)如雨后春笋,普通用户的一般问题使用功能日渐强大的 PC 就可以解决。而从 80 年代后期开始蓬勃发展的计算机网络,甚至使得整个社会生活发生改变。人们使用快捷的电子邮件传送消息;在家中就可以使用远端超级计算机等硬件设备;浏览各种信息;网上购物、网络生存。计算机网络使得整个地球变成一个人们彼此谙熟的小村庄。

7.2.1 计算机网络概述

所谓计算机网络是指自主计算机 (autonomous computers) 的互联 (interconnected) 集合。自主计算机是指这台计算机不能被网络中的其他计算机强制地启动、停止或控制。一台主控机和多台从属机的系统不能称为网络。同样地,一台带有远程打印机和终端的大型机也不是网络。当两台计算机可以相互交换信息时就称这两台计算机是互联的。正如 7.1.2 节中讲到的,互联的计算机相互交换信息可以采用多种介质,例如:铜导线、光纤、微波、通信卫星等等。

建立网络最主要的目的是使网络上的用户共享资源。这些资源包括:网络上的文件、打印机、计算机等等;可以依靠网络中可替代的资源为整个系统提供高的可靠性;资源共享使得经费得以节约;而且计算机网络为分布很广的人们提供一个强有力的通信手段。

网络的组成有三个层次:应用软件、网络软件和网络硬件。应用软件所包含的计算机程序负责与网络用户接口,并允许共享信息,包括文件、图形、视频信息等软件资源,以及打印机、硬盘等硬件资源。一种类型的应用软件称作客户-服务器(client-server)。服务器计算机包含着数据和应用软件,而客户计算机要使用这些信息或资源时,发送请求给服务器计算机。另一种类型的应用软件称为对等进程到对等进程(peer-to-peer)。在对等网络中,一台计算机直接向另一台计算机发送消息和请求,而不需要服务器作为中介。有关客户-服务器的工作方式以及对等式网络,我们在后面的章节中还会进一步介绍。

网络软件是这样一些计算机程序,它们为计算机之间的对话建立协议(protocols)或规则。

通过发送和接收有格式的称为分组(packets)的数据,这些协议被携带。协议实际上是在网络应用之间建立逻辑连接,它引导这些分组在物理网络中的传送,并最大地减小同一时刻网络中分组冲突的可能性。有关网络协议我们在 7.2.2 节中还会进一步介绍。

网络硬件是由连接计算机的物理成分组成的。两个重要的组成部分是传输介质和网络适配器。传输介质携带计算机信号,典型的介质是铜导线和光纤电缆。网络适配器访问连接计算机的物理介质,从网络软件接收分组,并传送指令和请求给其他计算机。网络中传送的信息是以二进制形式比特(bit)表示的,这些信息在计算机的数字电路中进行处理。

7.2.2 网络连接

网络有两种类型的连接:① 物理连接,它使得计算机直接传送和接收信号;② 逻辑或虚拟连接,它使得计算机的应用程序之间,例如字处理软件之间,相互交换信息。物理连接涉及用来携带信号的介质,计算机位置的几何排列方式即计算机连接的拓扑结构,以及共享媒体所使用的方法等等。逻辑连接是由网络协议创建的,它使得运行在网络中不同类型的计算机(例如,Apple 公司的 Macintosh 和 IBM 的个人计算机)上的应用程序可以共享数据。一些逻辑连接使用客户-服务器应用软件,它们主要用于文件和打印机的共享。由美国国防部最早开发的传输控制协议/互联网协议集(TCP/IP)是用于 Internet 的一组逻辑连接。TCP/IP 是基于对等应用软件的,它在两台计算机之间建立逻辑连接。

1. 网络的物理连接

(1) 带宽

在计算机科学中,带宽是指在单位时间内通过数据传输介质传送的数据总量。对于数字设备,带宽常常表示为传送速率,也称为波特率,或曰每秒比特(bps)。一般,波特率和 bps 不是同义的。波特率是测量 1 秒中内事件发生,或信号变换的数量。而一个事件或信号的变换,在高速数字通讯中可以被编码成大于 1 个比特。例如,如果传送速率是 2400 波特,而每一个信号的变换被编码为 4bit,那么实际的传送数据量是 9600bps,即 2400×4 。

模拟设备是以连续信号的变化表示数据。对于这类设备,带宽是以每秒信号的周期数或赫兹表示的。模拟数据通信的带宽一般低于数字通信。

(2) 传输介质

关于传输介质,我们在 7.1.2 节中已经进行了大致的介绍,有多种介质可以用于实际传输,每一种介质在传输速度、延迟、成本和安装维护难度上都不相同。计算机网络中的传输介质也可以分成有导线介质(例如铜导线和光纤)和无导线介质(例如微波和卫星),它们用于传输数字信号。网络中所使用的传输介质限制了网络的速度、计算机间的有效距离以及网络的拓扑结构。无导线介质包括无线电波、微波、红外线以及空中激光等,我们在 7.1.2 节已经简要介绍,下面我们再对常见的有导线介质以及通信卫星等的特性进一步介绍和比较。

① 双绞线(twisted pair)

双绞线是最简单、使用最广泛的传输介质。它由两条相互绝缘的铜线相互拧在一起组成,这样可以减少邻近线间的电磁干扰。双绞线在电话系统中广泛使用,用于传输模拟信号。双绞线也能传输数字信号,其带宽决定于铜线的粗细和传输距离。许多情况下,几公里范围内的传输速率可以达到几兆 bps。由于其性能较好而价格便宜,双绞线还会在很长一段时期内被使用。

有两类双绞线电缆对计算机网络很重要。大约在 1988 年以前,3 类(category 3)双绞线被广泛使用。1988 年以后,更先进的 5 类(category 5)双绞线开始使用,它在更长距离上信号质量更好,更适合用于高速计算机通信。

② 同轴电缆(coaxial cable)

同轴电缆对电磁干扰的屏蔽性比双绞线更好,因此能够以更高的速度将信号传输更远的距离。有两类广泛使用的同轴电缆。一种是 50Ω 电缆,称为基带同轴电缆,用于数字传输;另一种是 75Ω 电缆,称为宽带同轴电缆,用于模拟传输。

同轴电缆的结构如图 7.1 所示。它以硬铜线为芯,外面包裹一层绝缘材料。这层绝缘材料用密织的网状导体环绕,网外又覆盖一层保护性材料,这种结构使得它具有高带宽和极好的噪声抑制特性。



同轴电缆的带宽取决于电缆长度。1km 的电缆可以达到 $1\text{Gbps} \sim 2\text{Gbps}$ 的数据传输速率。还可以使用更长的电缆,但是传输率要降低,或需使用中间放大器。

同轴电缆曾在电话系统中广泛应用,但现在大量被光纤所替代,以适应长距离通信。但是,同轴电缆仍在广泛地应用于有线电视和某些局域网。

③ 光纤(fibre)

光纤介质是通过光传输信号。当光通过一种介质进入另一种介质时,例如,从二氧化硅(即玻璃)到空气,在二氧化硅和空气的界面上,一部分光进入空气中,而另一部分会被折射回来。如果光线的入射角大于或等于某个临界值,光线会全部折射回二氧化硅,不会进入空气,这就是全反射现象。光纤介质正是使用这种原理,使光线完全限制在光纤中,无损耗地传播几公里。

光传输系统由三个部分组成,即光源、传输介质和检测器。习惯上,有光脉冲表示比特 1,而无光脉冲则表示比特 0。传输介质是极细的玻璃纤维。当光照到检测器时,它产生一个电脉冲。在光纤的一端放上光源,例如,一个发光二极管,另一端放上检测器,就构成了一个单向传输系统。当一个电信号需要传送时,例如,传送二进制字符串“101”,系统将“101”转换成发光二极管的“亮暗亮”,并在玻璃纤维中传输,接收端把接收到的光脉冲“亮暗亮”还原成为电信号“101”。

光纤的结构如图 7.2 所示,中心是用于传播光的玻璃芯,它的直径比人的头发丝还细。芯的外面包围一层折射率比芯低的玻璃封套,使光纤保持在芯内。再外面是一层薄的塑料外套,用来保护封套。光纤通常被扎成束,外面有外壳保护。

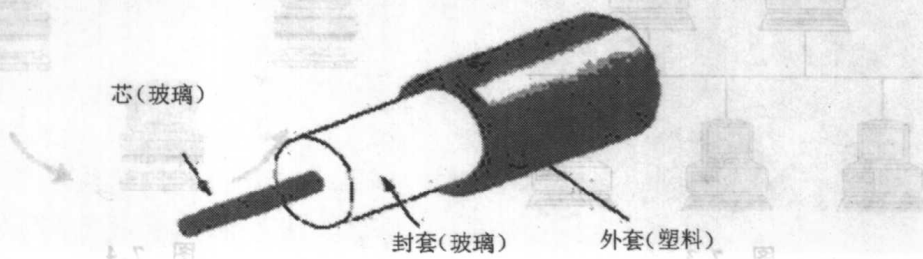


图 7.2

光纤可以提供比铜线高得多的带宽,当前可使用的光纤系统能以 1Gbps 的速率传输 30km 远,在实验室里已能在短距离上获得更高的传输速率,这使得它被应用于高级网络。由于衰减较小,在长的线路上每 30km 才需要一个中继器,而铜线每 5km 就需要一个,无形中节省了不钱。光纤也不受发动机转动、电磁干扰或电源故障的影响,而且不受空气中腐蚀性化学物质的侵蚀,因而能适用于恶劣的工作环境。光纤不漏光并且难于拼接,这使它们很难被窃听,安全性很高。

④ 通信卫星

人们很早就希望利用广阔的天空建立通信系统。早期人们尝试将信号从金属化的气象气球上反射回来,但是由于接收到的信号太弱,没有任何使用的价值。后来,美国海军注意到了空中一个永久的气象气球——月球,并且通过信号反射建立了具有实用价值的船—岸通信系统。天际通信领域的更进一步发展直到 1962 年第一颗通信卫星的发射。人造卫星和真的卫星的关键区别在于:人造卫星可以在信号发送回来之前放大它们。

人造地球卫星在赤道上方大约 36000km 的地方,它的转动速度与地球的自转速度相同。这种地球同步卫星使得在地面上看卫星好像是静止不动的。因此,在通信系统中就不需要昂贵的可旋转的天线来不停地跟踪卫星。

通信卫星在无线通信中有一些重要的特点,第一,传输延迟比较大。即使是发送到卫星的信号和从卫星发来的信号都是以光速(大约300000km/s)的速度传输,但是由于卫星距离地面太远,传输时间仍然比较大。第二,卫星是一种广播介质,收发器向上千个地面站发送消息的时间与向一个地面站发送时间一样。而从安全和隐私的角度来看,卫星传输没有任何安全和保密的保证,所以要有这方面的需求时,必须加密传输。第三,通过卫星传送消息的成本与地面上消息源与目的地的距离无关。同时,卫星还有极低的出错率,可以立即展开使用,很适合于军事用途。

(3) 网络的拓扑结构

网络拓扑是指计算机在网络中的位置安排与相互连接方法的几何图形。常用的网络拓扑有点到点式、总线式、星形、环形等等。拓扑结构的选择往往和传输介质的选择以及介质访问控制方法的确定紧密相关。

点到点式拓扑是最简单的拓扑结构,它就是两台计算机之间通过传输介质相互连接。图 7.3 所示为总线形拓扑结构。它采用一根称为总线的传输介质,所有的计算机都通过相应的硬件接口连接到总线上。当一台计算机发送信息时,总线上所有的机器都可以接收。

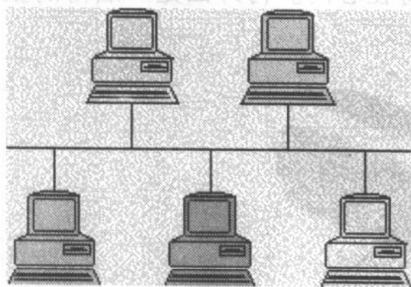


图 7.3

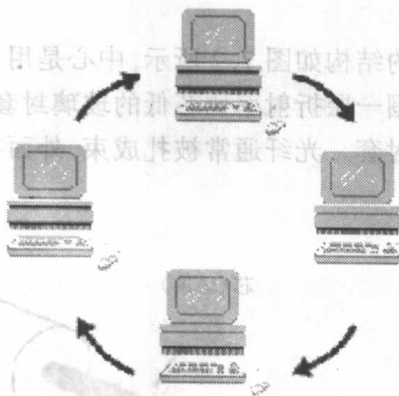
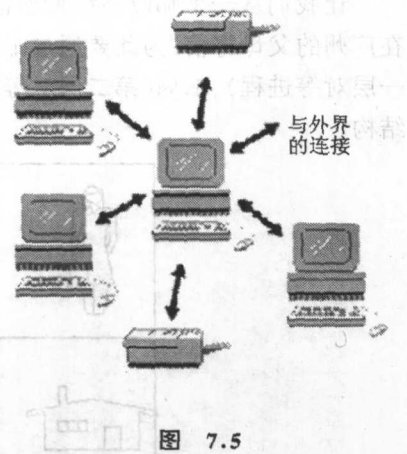


图 7.4

图 7.4 所示为环型拓扑结构。环型拓扑是每个计算机之间使用传输介质连接起来,形成一个封闭的环。信息在环中沿着一个固定的方向从源计算机传送到目的计算机。

图 7.5 所示为星型拓扑结构。星型拓扑将所有的计算机连接到一个中央计算机。这台中央计算机可以被动地将它所接收到的输入信息传送给与其连接的所有其他计算机;也可以主动地、有选择性地将输入信息传送到特定的目的计算机。

不同的计算机网络使用不同的拓扑结构。例如,局域网(LANs)连接地理范围比较近的计算机,比如,在一个办公室或大学校园中的计算机,它一般使用总线、星型或环型拓扑结构。而跨国家、国际间的网络连接,即广域网,一般使用点到点连接。



2. 网络的逻辑连接

网络提供了丰富的软、硬件资源,便利的通信手段。如果北京大学的老师需要通过网络使用中科院网络中心的超级计算机进行数值计算,或者某个同学使用电子邮件与美国的朋友进行通信,他们需要通过各种应用程序以实现访问和通信功能。例如,使用 Telnet 登录远端计算机;使用 OUTLOOK EXPRESS 发送电子邮件。所以,网络用户之间通过网络交换信息,实际上是各种计算机中应用程序之间的信息交换。

网络中的计算机分布在不同的地理位置,而且结构有所不同,例如,IBM 的 PC、Apple 的 Macintosh、SUN 工作站等等;各种计算机的操作系统各不相同,例如,有的使用 Microsoft Windows98,有的使用 UNIX 等等;用户应用程序也不尽相同,单单具有收发电子邮件的软件就不下十几种。但是用户在使用网络完成各种任务的时候,并没有考虑所要访问的计算机具体的地理位置,是否与自己用传输介质直接相连,发送的信息如何到达对方,对方是否是与自己同构的机器,使用什么样的操作系统、应用程序等等。用户只是根据一定的格式输入访问计算机的地址,然后发送各种命令就可以了。实际上,网络隐藏了各种差异,而实现了简单连接。当然,这种连接不一定是使用铜导线、光纤等的物理连接,而是一种虚拟的逻辑连接。实现这种逻辑连接的就是网络协议以及实现这些协议的网络软件。

网络上的计算机要进行正确的通信,通信双方必须遵循许多规则与约定。在网络设计中,通信双方关于通信如何进行所达成的一致约定,就称为协议(protocol)。网络软件就是实现这些协议的计算机程序。在设计第一个网络时,硬件被作为主要因素来考虑,软件仅在事后才考虑。现在人们不再这样认为了。

(1) 网络体系结构

我们现在讨论对等网络的计算机间直接通信,中间没有服务器作为中介的情况。在设计网络时,要考虑网络中的信息如何从源端传送到目的端、如何选择路径、如何控制传输过程中的差错、如何解决冲突、如何解决网络中信息流动的拥塞等等许多问题。为了减少协议设计的复杂性,大多数网络都按层或级的方式来组织。每一层完成一组特定的有明确含义的功能,下层为它的相邻高层提供服务,而把如何实现这一服务的细节对上一层加以屏蔽。对于不同的网络,在如何分层以及各层的名称、内容和功能都不尽相同。

让我们从一个邮政系统传递信件的例子来分析分层通信中的一些问题：学生张宏要给远在广州的父母寄信，为此要通过邮局，邮局又要通过运输公司传送信件。在这里，收发信人（第一层对等进程）、邮局（第二层对等进程）和运输公司（第三层对等进程）组成了一个三层的通信结构。

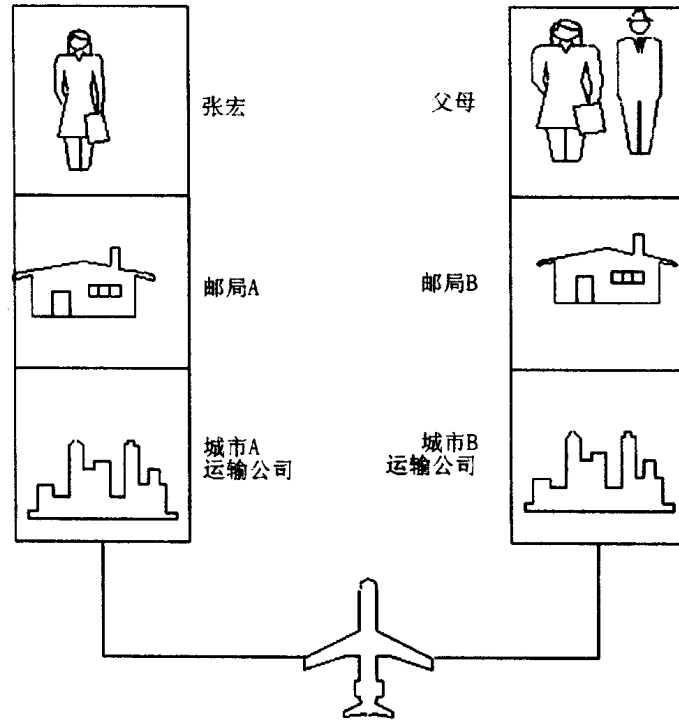


图 7.6

从上面的例子可以看出如下几个问题：

第一，通信双方的数据信息不是从一方的第 n 层直接传送到另一方的第 n 层，而是发送方的每一层都把数据和控制信息交给它的下一层，一直到最下层，通过真正的物理介质将信息传送。在本例中，运输公司的飞机进行实际通信。

第二，双方相互间第 n 层与第 n 层就如何通信达成一定的规则，这些规则就是第 n 层的协议。在本例中，张宏和她的父母可以就多长时间通一次信等等进行约定；邮局系统内部有关于运营的组织规则，运输公司间是采用汽车、火车还是飞机运输也有协议。

第三，各层协议与其他层协议完全无关，只要接口保持不变，改变协议的实现方式对其他层没有任何影响。在本例中，发信的张宏不关心信件传送的具体过程，她只要把信送到最近的邮筒就行了，至于邮局如何分信，怎样组织送信，她并不关心。同样，邮局只需把邮件送到委托的运输部门，至于运输部门采用什么交通工具、取道什么路径完全与邮局无关。各层可以更改它们之间的协议，例如，收发信人可以改变寄信的内容、时间、频率。邮局可以改变信的发送、投递方式，比如是直接由各个小邮局送到运输部门，还是集中到大的邮局再送等等。同样，运输公司也可以改变运输方式和路线。但是，只要用户与邮局之间、邮局与运输公司之间接口不变，各层协议的变化不会影响到其他层。

图 7.7 是一个较为接近实际通信的例子。在这个 5 层的网络中，源机器第 5 层运行的某

个应用程序进程产生了消息 M, 并交给第 4 层进行传输。第 4 层在消息的前面加了一个报头以识别该消息, 并把结果传递给第 3 层。报头中包含一些控制信息, 诸如消息的序号、长度、产生时间等等。

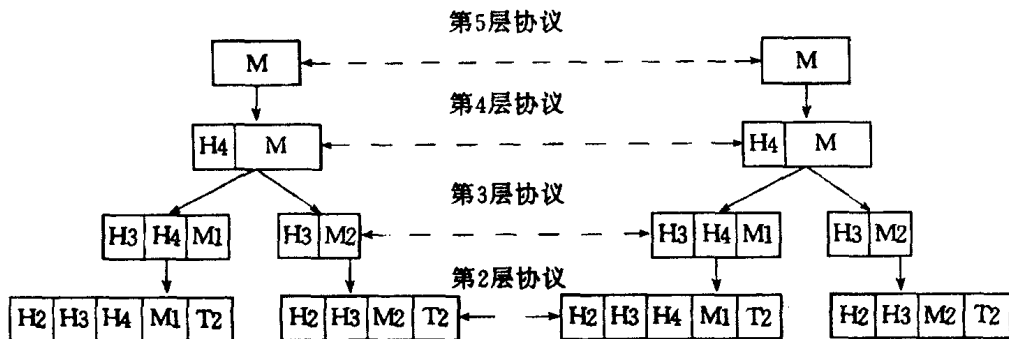


图 7.7

在许多网络中, 对于第 4 层的消息长度没有限制, 但是在第 3 层却往往加以限制, 所以在第 3 层可能需要将上面来的较长的消息 M 分割成符合条件的小单元(分组)M1、M2, 在分别加上第 3 层的报头传递给第 2 层。同时, 第 3 层还常常决定选择网络中的哪一条线路将消息发送出去。第 2 层将分组加上报头, 还加上报尾, 交由第 1 层进行实际传输。在目的机器中, 信息被逐层剥去报头、报尾, 并按序号拼接成原来的消息 M, 最后递交给目的机器的第 5 层应用程序。

不同机器中包含的对应层的实体叫对等进程(peer), 正是对等进程利用协议进行通信。这种通信是逻辑意义上的通信, 是虚拟通信。

网络设计中, 层和协议的集合被称为网络体系结构(network architecture)。网络的实现人员正是根据网络体系结构的描述为每一层编写程序和设计硬件, 并使之符合相关协议。从这里也可以看出, 层和协议是网络设计的关键, 至于用何种语言编写程序, 选用何种硬件, 则是由实现者确定的。

(2) 网络参考模型

了解了网络体系结构的概念, 我们来看一个具有代表性的体系结构的参考模型, 即 OSI 参考模型。

国际标准化组织 ISO 在 1977 年建立了一个分委员会专门研究这样一种体系结构。提出了开放系统互连 OSI(Open System Interconnection)模型, 这是一个定义连接异种计算机标准的主体结构。“开放”这个词表示能使任意两个遵守参考模型和有关标准的系统进行连接。如图 7.8 所示, OSI 采用分层的结构化技术, 参考模型共 7 层。

① 物理层(physical layer)涉及到如何在物理介质上传输比特流。例如, 表示“1”和“0”的电压是多少, 比如可以是 +5V 和 -5V, 也可以是 +5V 和 0V 等; 一个比特的电压表示持续多长时间; 线路是单向还是双向传输; 网络插接件的插头有多少针以及每个针的用途等等。所以物理层提供为建立、维护和拆除物理链路所需的机械的、电气的、功能的和过程的特性。定义有关在物理链路上传送非结构的比特流以及故障检测指示。

② 数据链路层(data link layer)的主要任务是加强物理层传输原始比特流的功能, 使它

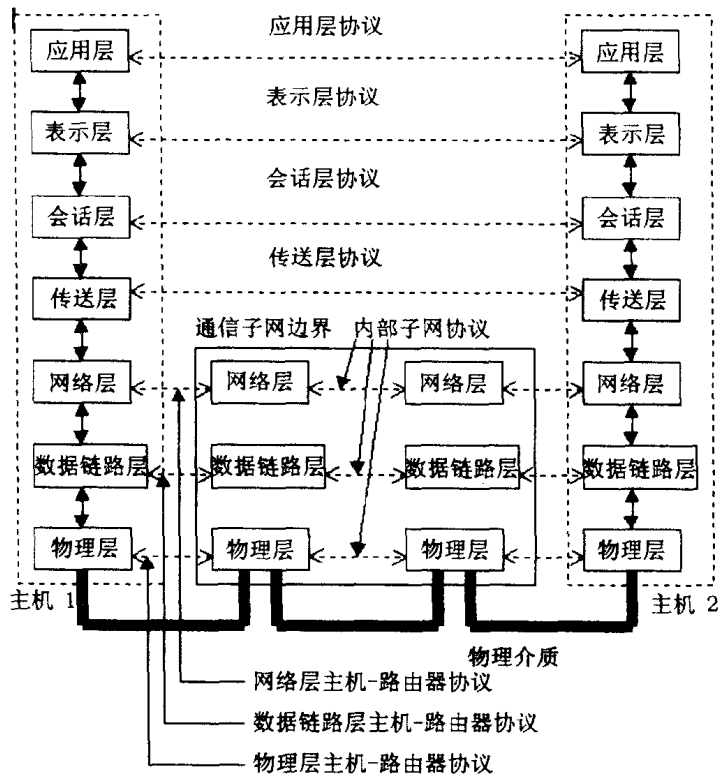


图 7.8

于网络层呈现为一条无差错线路。例如,发送方将要发送的连续的比特流分成有明显界限的数据帧(**data frame**),接收方在接收到数据帧后,进行差错校验,发送确认帧,以说明是正确收到数据,还是数据有错误,或收到重复数据等等。另外发送方有可能发送速度快,接收方接收速度慢,数据来不及接收而被丢弃。而发送方由于数据不能正确到达而必须重新发送,导致恶性循环。所以数据链路层另一个要解决任务是要平衡发送方与接收方的数据发送与接收的速度,进行流量控制。

③ 网络层(network layer)将从上层来的数据分成较小的分组(packet),按一定的策略为分组从源传送到目的地选择路径;由于通信子网中分组过多可能出现拥堵,所以网络层要进行拥塞控制;当不同网络的互连时也会有许多问题,诸如不同网络中数据可一次传送的长度不同,使用不同的协议等,网络互连的问题也要在网络层解决。

④ 传输层(transport layer)接收会话层的数据,需要的时候将它们分成较小的单元,传送给网络层,并保证各段信息正确地到达目的。传输层还要解决跨网络连接的建立和拆除,以及流量控制。

⑤ 会话层(session layer)提供两个进程之间建立、维护和结束会话连接的功能。提供交互会话的管理功能。

⑥ 表示层(presentation layer)代表应用进程协商数据表示;完成数据转换、格式化和文本压缩。

⑦ 应用层(application layer)提供 OSI 用户服务,例如事务处理程序、文件传送协议和网络管理等。

OSI 参考模型本身不是网络体系结构的全部内容,因为它没有确切地描述用于各层的协议和服务,它仅仅说明了各层应该完成什么任务。它的各层的 ISO 标准是作为国际标准独立公布的。

OSI 的 7 层参考模型和协议太复杂,实现也很困难,所以网络设计中很少完全使用它。但是这个模型对于讨论计算机网络很有用处,所以在各种书籍中都对它进行了介绍。工业中使用的各种网络参考模型,有些分层与 OSI 模型类似,但它们更简洁,更容易实现。

7.2.3 网络的分类

关于网络的分类,没有一个统一的规定。但是有两种分类方法经常被使用。即按网络传输技术划分,或按网络的规模划分。

按网络的传输技术划分,一般可以分成两类网络:广播网络(broadcast network)和点到点网络(point-to-point network)。

广播网络的特点是网络中所有的机器使用一条公用信道。一台机器发出的分组可以被网络上的其他所有机器接收到。通过在分组中标明目的地址,信息可以从源机器传送到目标机器。有些系统还允许使用特殊的地址代码,使得分组可以被网络的所有机器接收,实现广播;或者被网络中的一部分机器接收,实现多播。

广播网络的传输方式可以形象地想象为:有电话找你,传达室的人冲着宿舍的楼道喊你的名字,告诉你有电话。这个信息在楼道中传播,所有宿舍的人都接收到,但是因为喊你,只有你接收并处理这个信息。

点到点网络是由一对对机器之间的多条连接构成的。网络中的两台机器之间可能没有直接的连接线路,所以通信必须经过其他的中间机器。通常,源与目标机器之间可能有多条线路,所以路由选择算法在这类网络中十分重要。

通常,地理范围较小,处于本地的网络使用广播网络;而大的,跨城市、国家的网络使用点到点网络。

根据网络的规模分类,也是一种常用的分类方法。在这里网络的连接距离是分类的依据。通常可以分成局域网(LAN: Local Area Network)、城域网(MAN: Metropolitan Area Network)、广域网(WAN: Wide Area Network),以及由两个或多个网络连接而成的互联网(internet)。一般地,在同一个房间、建筑物或校园中经常使用局域网;城域网中的机器可以覆盖整个城市;广域网的连接范围可以是国家、洲际;而互联网是由分布在整个星球上的网络连接而成。不同的网络所使用的网络技术也不相同。例如,局域网多是广播网络,而广域网、互联网则多使用点到点网络。

7.2.4 局域网介绍

1. 局域网概述

局域网的特点之一是将较小地理范围内的计算机、打印机、磁盘存储器等连接起来,共享网络资源,进行通信。连接范围可以达到几公里,经常用于办公室内,或校园网络。局域网的传输介质可以使用双绞线、同轴电缆、光纤等,还可以使用红外线、无线电波组成无线局域网。拓扑结构经常采用总线型、环型、星型、树型等等。局域网的另一个特点是传输技术使用广播网络,也就是网络节点共享传输介质。由于这种特性,网络体系结构中有一组介质访问控制